

Avaliação da Estratégia de Tratamento Parcial do Rebanho no Controle da Mosca-dos-Chifres



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 125

Avaliação da Estratégia de Tratamento Parcial do Rebanho no Controle da Mosca-dos-Chifres

Antonio Thadeu M. de Barros
Ernande Ravaglia
Hildeberto Valle Petzold
Wibert de Avellar

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 3234-5800

Fax: (67) 3234-5815

Home page: www.embrapa.br/pantanal

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Pantanal

Comitê Local de Publicações:

Presidente: *Suzana Maria de Salis*

Membros: *Ana Helena B. M. Fernandes*

Dayanna Schiavi N. Batista

Sandra Mara Araújo Crispim

Vanderlei Doniseti Acassio dos Reis

Secretária: *Eliane Mary P. de Arruda*

Supervisora editorial: *Suzana Maria de Salis*

Normalização bibliográfica:

Tratamento de ilustrações: *Eliane Mary P. de Arruda*

Foto da capa: *Antonio Thadeu M. de Barros*

Editoração eletrônica: *Eliane Mary P. de Arruda*

Disponibilização na home page: *Marilisi Jorge Cunha*

1ª edição

Formato digital (2014)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Avaliação da estratégia de tratamento parcial do rebanho no controle da mosca-dos-chifres [recurso eletrônico] / Antonio Thadeu M. de Barros... [et al.]. - Dados eletrônicos. – Corumbá : Embrapa Pantanal, 2014.

16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 125).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP125.pdf>

Título da página da Web: (acesso em 02 set. 2014).

1. *Haematobia irritans irritans*. 2. Controle de insetos. 3. Inseticida. I. Barros, Antonio Thadeu M. de. II. Ravaglia, Ernande. III. Petzold, Hildeberto Valle. IV. Avellar, Wibert de. V. Embrapa Pantanal. VI. Título. VII. Série.

CDD 632.7

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	9
Conclusões.....	13
Referências.....	14

Avaliação da Estratégia de Tratamento Parcial do Rebanho no Controle da Mosca-dos-Chifres

Antonio Thadeu M. de Barros¹

Ernande Ravaglia²

Hildeberto Valle Petzold³

Wibert de Avellar⁴

Resumo

A mosca-dos-chifres (MDC) destaca-se dentre os principais ectoparasitos que acometem a pecuária de corte nacional. Seu controle é realizado quase exclusivamente com produtos inseticidas, o que tem levado a sérios problemas de resíduos e resistência. Alternativas não químicas e redução do uso de inseticidas tornam-se essenciais ao controle sustentável deste parasito. O presente estudo avaliou a eficiência do tratamento parcial do rebanho como estratégia de controle da MDC. Quatro experimentos foram conduzidos, utilizando produtos de diferentes classes inseticidas: lactona macrocíclica (ivermectina), fenilpirazol (fipronil), piretróide (cipermetrina) e organofosforado+piretróide (clorpirifós+cipermetrina), em formulações pour-on. Em cada experimento, 200 vacas Nelore foram distribuídas em quatro grupos, para avaliação do tratamento de 20%, 50% e 100% do rebanho, além de um grupo não tratado. Contagens periódicas da MDC foram realizadas nos dias 0, 3, 7, 14, 21 e 28 em todos os animais. A eficácia dos produtos nos grupos tratados integralmente foi superior a 90% (exceto pela cipermetrina) ao final da 1ª semana pós-tratamento, sendo de modo geral superior a dos tratados parcialmente nas duas semanas iniciais. Nos grupos tratados parcialmente, a eficácia foi geralmente maior nos grupos com maior frequência de animais tratados. Independente da classe inseticida aplicada e do percentual de animais tratados (20% ou 50%), o tratamento parcial do rebanho apresentou três características principais: a) rápida e acentuada redução das infestações em todo o rebanho, b) menores níveis de redução das infestações e c) menor período de proteção, em relação ao tratamento de todo o rebanho. Apesar da redução no uso de inseticidas e do menor custo, a viabilidade do tratamento parcial do rebanho, como estratégia de controle da MDC, se limita a situações onde um menor nível e período de eficácia sejam aceitáveis, caso contrário, tratamentos adicionais podem ser necessários, comprometendo as vantagens da estratégia. As implicações do tratamento parcial do rebanho no desenvolvimento e manejo da resistência a inseticidas devem ser avaliadas.

Palavras-chaves: Controle, *Haematobia irritans*

¹ Médico Veterinário, Embrapa Gado de Corte, Av. Rádio Maia, 830- Zona Rural, 79106-550, Campo Grande, MS. thadeu.barros@embrapa.br

² Matemático, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. ernande.ravaglia@embrapa.br

³ Técnico agrícola, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. hildeberto.petzold

⁴ Assistente de Pesquisa, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. wibert.avellar@embrapa.br

Evaluation of the partial herd treatment strategy for horn fly control

Abstract

The horn fly stands out among the main ectoparasites that affect national beef cattle. This livestock pest is controlled almost exclusively by insecticide products, which has led to serious residue and resistance issues. Non-chemical alternatives and reduction of insecticide use are essential for a sustainable control of this parasite. This study evaluated the efficiency of partial herd treatment as a strategy for controlling horn flies. Four experiments were conducted using products from different insecticide classes: macrocyclic lactone (ivermectin) phenylpyrazole (fipronil), pyrethroid (cypermethrin), and an organophosphate-pyrethroid mixture (chlorpyrifos + cypermethrin), in pour-on formulations. In each experiment, 200 Nelore cows were distributed in four groups for evaluation of the treatment of 20, 50, and 100% of the herd, besides an untreated group. Periodic fly counts were performed on days 0, 3, 7, 14, 21, and 28 in all animals. Product efficacy in the full-treated herd exceeded 90% (except for cypermethrin) at the end of the 1st week after treatment, being mostly higher than in partially treated groups in the first two weeks. In the groups partially treated, efficacy was generally higher in the groups with the largest frequency of treated animals. Regardless of the insecticide class and the percentage of treated animals (20% or 50%), the partial treatment of the herd showed three main features: a) fast and marked reduction in infestations throughout the herd, b) lower reduction of horn fly infestations, and c) shorter period of protection, when compared to the full herd treatment. Despite reduction in insecticide use and lower costs, viability of partial herd treatment as a strategy for controlling the horn fly is limited to situations where a lower level and protection period are acceptable; otherwise, the need for additional treatments tends to compromise the advantages of the strategy. The implications of partial herd treatment in the development and management of insecticide resistance should be evaluated.

Index terms: Control, Haematobia irritans

Introdução

A mosca-dos-chifres (MDC), *Haematobia irritans*, é um ectoparasito comum do gado em todo o país. O incômodo diário causado aos bovinos pelas frequentes picadas leva a significativas perdas à produção (BIANCHIN et al., 2004; BYFORD et al., 1992; FOIL; HOGSETTE, 1994), com prejuízos anuais à pecuária nacional atingindo US\$ 865 milhões (BIANCHIN et al., 2006).

O controle da MDC baseia-se primariamente no uso de produtos inseticidas sintéticos, o que tem levado ao desenvolvimento de resistência a várias classes inseticidas (SPARKS et al., 1985). Nas últimas décadas, o domínio dos produtos piretróides no mercado nacional de produtos para controle da MDC levou à disseminação da resistência a esta classe a todas as regiões do país (BARROS et al., 2012). A baixa eficiência do controle químico tende a aumentar a frequência de tratamentos, o que determina maior pressão de seleção de moscas resistentes e redução da eficácia dos produtos, criando um ciclo vicioso onde controle e resistência se retroalimentam e agravam ainda mais a situação.

A crescente demanda pela redução do uso de inseticidas implica não apenas no desenvolvimento de alternativas não químicas, mas na otimização das opções químicas atualmente disponíveis, de modo a preservar a vida útil destes produtos e reduzir riscos e custos resultantes de seu uso excessivo e pouco criterioso.

A distribuição heterogênea dos parasitos na população de hospedeiros (ROCHA, 1979) é também observada em relação à MDC (BARROS, 2001; SOUZA et al., 2005), sugerindo que um controle satisfatório possa ser obtido com o tratamento de parte do rebanho, em uma estratégia denominada tratamento parcial do rebanho (HARVEY; ELY, 1970). O presente estudo objetivou avaliar a eficiência da estratégia de tratamento parcial do rebanho no controle da MDC em gado Nelore criado extensivamente.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido entre outubro 2006 e maio 2008, na fazenda Nhumirim, estação experimental da Embrapa Pantanal, município de Corumbá, e incluiu a realização de quatro experimentos independentes.

Animais e grupos experimentais

Um total de 200 vacas Nelore foi utilizado por experimento, sendo os animais distribuídos em quatro grupos: a) Controle (40 animais) - grupo não tratado, b) T20 (60 animais) - tratamento de 20% do rebanho (12 animais tratados), c) T50 (60 animais) - tratamento de 50% do rebanho (30 animais tratados) e d) T100 (40 animais) - tratamento integral, 100% do rebanho. Deste modo, em cada experimento foi avaliada a eficiência do tratamento parcial de 20% e 50% dos animais dos respectivos rebanhos, em relação ao grupo tratado integralmente (controle positivo) e ao não tratado (controle negativo). Os grupos experimentais foram mantidos separadamente, em invernadas de pastagem nativa (90 a 296 ha), distando 1,1 km a 3,6 km entre si.

Visando aumentar a estabilidade social e prevenir problemas comportamentais nos rebanhos, a formação dos grupos experimentais foi realizada 1 a 2 semanas antes dos tratamentos, com níveis semelhantes de infestação nos quatro grupos. Animais dos grupos T20, T50 e T100 foram pesados, visando determinar a dose de inseticida a ser posteriormente aplicada.

Tratamentos inseticidas

A eficiência do tratamento parcial do rebanho foi avaliada em relação a inseticidas de quatro classes. Um único produto foi utilizado por experimento, aplicado conforme o percentual de animais tratados em cada grupo. Paralelamente à avaliação da estratégia de tratamento parcial do rebanho (grupos T20 e T50), a eficácia dos produtos foi avaliada através do tratamento integral dos grupos T100.

Por questões logísticas, os tratamentos foram realizados em dois dias consecutivos em cada experimento, sendo tratados dois grupos experimentais a cada dia. Visando a padronização das aplicações, foram utilizados apenas produtos na formulação pour-on, utilizando aplicador específico (The Protector - Instruments Supplies Limited). Todos os produtos foram aplicados na dose de 10 ml/100 kg, conforme recomendação dos fabricantes. No caso do produto à base de cipermetrina, visando reduzir eventuais problemas decorrentes da resistência a piretróides

(previamente detectada na propriedade) optou-se por utilizar a dose indicada para controle do carrapato (10 ml/100 kg). Durante o período de estudo não foram realizados tratamentos antiparasitários na propriedade.

Classes inseticidas e respectivos princípios ativos utilizados foram: a) lactona macrocíclica (ivermectina 0,5%), b) fenilpirazol (fipronil 1%), c) piretróide (cipermetrina 5%) e d) organofosforado (OF) + piretróide + repelente (clorpirifós 7% + cipermetrina 5% + citronelal 0,5%). A seleção de classes e produtos ocorreu em função da disponibilidade na formulação pour-on; devido à inexistência de produto OF pour-on na época do experimento, foi utilizada uma associação contendo esta classe. A cronologia dos referidos estudos foi, respectivamente: a) outubro-novembro 2006, b) abril-maio 2007, c) outubro-novembro 2007 e d) abril-maio 2008.

O tratamento parcial (grupos T20 e T50) nos experimentos com ivermectina e fipronil, foi seletivo, efetuado em animais com elevadas infestações, embora não necessariamente em todos os animais mais infestados do rebanho. Nos experimentos com cipermetrina e clorpirifós+cipermetrina, o tratamento foi realizado aleatoriamente.

Contagem de moscas e avaliação da eficácia

Contagens de MDC foram realizadas individualmente, nas regiões dorsal e lateral de animais contidos no brete, em todos os animais de cada grupo. As contagens foram realizadas por dois observadores treinados, dispostos a cada lado do animal, sendo os resultados individuais somados posteriormente.

Além da contagem pré-tratamento, para a formação dos grupos experimentais, contagens de MDC foram realizadas nos dias 0, 3, 7, 14, 21 e 28 a partir do tratamento. Assim como nos tratamentos, as contagens nos quatro grupos foram realizadas em dois dias consecutivos, seguindo a respectiva ordem de tratamento.

A avaliação da eficácia do produto (percentual de redução das infestações nos grupos tratados em relação ao grupo controle) foi realizada para cada dia de contagem, utilizando a infestação média dos rebanhos, segundo a fórmula de Abbott modificada por Henderson e Tilton (1955), utilizada devido às significativas diferenças entre níveis de infestação inicial dos grupos tratados e controle (GUGLIELMONE et al., 1999).

$$\text{Eficácia (\%)} = (1 - (T_n \times C_i) / (T_i \times C_n)) \times 100$$

Onde:

T_i - Número médio inicial (dia 0) de MDC no grupo tratado

T_n - Número médio de MDC no grupo tratado (após tratamento)

C_i - Número médio inicial (dia 0) de MDC no grupo controle

C_n - Número médio de MDC no grupo controle (após tratamento do grupo tratado)

Avaliação da suscetibilidade à cipermetrina

Devido à prévia detecção de resistência a piretróides na propriedade (BARROS et al., 2007), a suscetibilidade da população de MDC à cipermetrina foi avaliada no estudo com este inseticida. Bioensaios utilizando o método do papel de filtro impregnado (SHEPPARD; HINKLE, 1987; BARROS et al., 2012) foram realizados antes do tratamento (dia 0) e ao final do estudo (21 dpt). Em cada bioensaio foram utilizadas dez concentrações (1,6 a 819,2 µg/cm²) de cipermetrina grau técnico (95,12% de pureza), diluída em acetona (Merck PA).

Um único bioensaio pré-tratamento foi realizado com MDC coletadas em um lote composto por animais descartados após a formação dos quatro grupos experimentais. Bioensaios pós-tratamento foram realizados individualmente em cada grupo, com moscas coletadas após as contagens finais.

Resultados e Discussão

A distribuição espacial da MDC nos rebanhos não foi uniforme, com metade (50,3%) da população presente em 25% dos animais e cerca de dois terços (66,1%) das moscas infestando 40% do rebanho. A distribuição heterogênea da MDC nos rebanhos (BARROS, 2001, SOUZA et al., 2005) traduz uma distribuição binomial negativa, a qual é caracterizada pela ocorrência de maior carga parasitária em menor parcela da população de hospedeiros, comum em endo e ectoparasitas (ROCHA, 1979).

Mudanças na composição do rebanho, particularmente devido à introdução de animais, tendem a causar alterações comportamentais e alterar interações sociais (PARANHOS DA COSTA; COSTA E SILVA 2007). Visando prevenir alterações comportamentais (isolamento, agressividade, etc.), a formação dos grupos experimentais foi realizada antecipadamente (1 a 2 semanas) em relação ao início dos experimentos. No entanto, este período relativamente longo entre a formação dos grupos e os tratamentos resultou em expressivas diferenças entre níveis de infestação dos grupos (Tabela 1). Este viés deve ser evitado pela formação de grupos experimentais próxima ao tratamento.

Infestações médias iniciais foram relativamente altas (>100 moscas/animal) em todos os experimentos, exceto no estudo com cipermetrina (≥ 58 m/a); entretanto, no decorrer do referido estudo foi verificada a maior média de infestação (293 m/a) registrada nos experimentos (Tabela 1). De modo geral, as infestações observadas no presente estudo foram cerca de 2,5 a 3,5 vezes maiores que as previamente registradas durante picos populacionais da MDC pouco após sua introdução na região (BARROS, 2001; BARROS et al., 2008).

Tabela 1. Infestação média da mosca-dos-chifres em rebanhos bovinos submetidos a diferentes estratégias de tratamento com distintas classes inseticidas, no Pantanal, MS.

Grupo	Número de animais	Dia pós-tratamento					
		0	3	7	14	21	28
Ivermectina 0,5% pour-on (out-nov 2006)							
Controle	40	171,7	156,4	168,9	260,8	242,7	155,6
T20	60	147,7	21,4	55,3	146,5	105,0	155,7
T50	60	200,7	4,1	37,6	180,3	120,2	205,7
T100	40	120,0	0,6	5,1	44,2	86,15	111,3
Fipronil 1% pour-on (abr-mai 2007)							
Controle	40	116,5	125,3	138,2	141,7	243,0	197,7
T20	60	104,4	31,0	54,2	84,5	104,2	187,1
T50	60	194,8	36,3	62,6	51,3	190,7	140,2
T100	40	131,6	1,7	4,3	45,2	88,5	107,7
Cipermetrina 5% pour-on (out-nov 2007)							
Controle	40	57,9	98,5	200,6	270,6	292,8	-
T20	60	60,0	79,7	153,7	181,9	269,1	-
T50	60	85,3	44,8	126,2	145,7	175,0	-
T100	40	66,3	8,8	52,4	104,3	217,3	-
Clorpirifós 7% + cipermetrina 5% + citronelal 0,5% pour-on (abr-mai 2008)							
Controle	40	196,3	123,9	110,1	218,0	109,4	97,2
T20	60	176,5	6,4	51,7	151,9	60,0	75,6
T50	60	107,6	0,8	47,2	111,6	91,5	140,1
T100	40	137,6	0,7	6,3	20,7	40,1	61,7

T20 e T50 (tratamento parcial) – tratamento de 20% e 50% do rebanho, respectivamente.

T100 (tratamento integral) – tratamento de todos os animais do rebanho.

Em função da metodologia adotada nos experimentos com tratamento seletivo (ivermectina e fipronil), os quais incluíram cerca de dois terços ou mais dos animais com as maiores infestações do rebanho, as infestações médias foram significativamente maiores nos subgrupos tratados (164,7 - 279,3 m/a) que nos subgrupos não tratado (89,3 – 157,7 m/a) (Tabela 2). De modo distinto, nos experimentos com cipermetrina e sua associação com organofosforado (clorpirifós), a aleatoriedade dos tratamentos ocasionou maiores infestações nos animais não tratados em três dos quatro subgrupos.

De modo geral, a eficácia do produto inseticida foi diretamente proporcional à frequência de animais tratados no rebanho e inversamente proporcional ao período pós-tratamento; ou seja, a eficácia foi geralmente maior nos grupos com mais animais tratados, declinando durante o estudo. Ambas as tendências foram constatadas nos grupos tratados integralmente (T100), os quais apresentaram maior eficácia em relação aos grupos tratados parcialmente (T20 e T50) e gradativa redução ao longo do tempo (Tabela 3). Embora, tais tendências tenham sido geralmente também observadas nos grupos tratados parcialmente, variações destes padrões ocorreram com relativa frequência nestes grupos, particularmente a partir da metade do estudo (2ª semana).

Tabela 2. Infestação média da mosca-dos-chifres em bovinos tratados (T) e não tratados (NT), em rebanhos tratados parcialmente com distintas classes inseticidas, no Pantanal, MS.

Grupo	Número de animais	Dia pós-tratamento					
		0	3	7	14	21	28
Ivermectina 0,5% pour-on (out-nov 2006)							
T20-T	12	279,3	20,4	84,0	210,2	153,4	237,5
T20-NT	48	114,0	21,6	48,1	134,0	92,9	141,1
T50-T	30	271,8	4,1	45,0	206,7	133,1	251,3
T50-NT	30	127,1	4,1	30,1	153,8	107,3	160,1
Fipronil 1% pour-on (abr-mai 2007)							
T20-T	12	164,7	3,9	33,3	143,3	192,3	268,2
T20-NT	48	89,3	37,8	59,4	69,5	82,2	166,0
T50-T	30	231,8	8,0	49,5	60,5	255,5	166,7
T50-NT	30	157,7	64,2	75,6	42,7	125,9	133,7
Cipermetrina 5% pour-on (out-nov 2007)							
T20-T	12	50,9	28,1	87,4	155,8	272,5	-
T20-NT	48	62,3	92,9	170,2	188,4	268,3	-
T50-T	30	81,5	18,7	86,7	126,7	185,0	-
T50-NT	30	89,1	70,9	165,7	164,8	164,7	-
Clorpirifós 7% + cipermetrina 5% + citronelal 0,5% pour-on (abr-mai 2008)							
T20-T	12	128,6	1,4	13,6	55,7	41,2	67,0
T20-NT	48	188,5	7,7	61,3	176,4	64,7	77,8
T50-T	30	122,0	0,5	16,5	52,3	70,3	165,6
T50-NT	30	93,2	1,1	77,9	170,9	112,7	114,6

T20 e T50 - tratamento parcial de 20% e 50% do rebanho, respectivamente.

Tabela 3. Eficiência (%) do controle da mosca-dos-chifres em rebanhos bovinos submetidos a diferentes estratégias de tratamento com distintas classes inseticidas, no Pantanal, MS.

Grupo	Número de animais tratados	Dia pós-tratamento				
		3	7	14	21	28
Ivermectina 0,5% pour-on (tratamento seletivo)						
T20	12/60	84,1	61,9	34,7	49,7	0,0
T50	30/60	97,8	81,0	40,9	57,6	0,0
T100	40/40	99,5	95,7	75,8	49,2	0,0
Fipronil 1% pour-on (tratamento seletivo)						
T20	12/60	72,4	56,2	33,4	52,1	0,0
T50	30/60	82,7	72,9	78,4	53,1	57,6
T100	40/40	98,8	97,3	71,7	67,8	51,8
Cipermetrina 5% pour-on (tratamento aleatório)						
T20	12/60	21,9	26,1	35,1	11,3	-
T50	30/60	69,1	57,3	63,5	59,4	-
T100	40/40	92,2	77,2	66,3	35,22	-
Clorpirifós 7% + cipermetrina 5% + citronelal 0,5% pour-on (tratamento aleatório)						
T20	12/60	94,3	47,8	22,5	39,0	13,6
T50	30/60	98,8	21,8	6,6	0,0	0,0
T100	40/40	99,2	91,8	86,5	47,7	9,4

T20 e T50 (tratamento parcial) – tratamento de 20% e 50% do rebanho, respectivamente.

T100 (tratamento integral) – tratamento de todos os animais do rebanho.

Tratamento seletivo – tratamento dos animais mais infestados do rebanho.

Independente da classe inseticida, o tratamento de todos os animais do rebanho apresentou elevada eficácia inicial, reduzindo as infestações da MDC em mais de 90% no 3º dia pós-tratamento (dpt) (Tabela 3). Contudo, expressivas diferenças entre os inseticidas ocorreram com relação à eficácia no decorrer dos experimentos.

A aplicação de ivermectina pour-on em todo o rebanho reduziu as infestações em 99,5% no 3º dpt. Embora a elevada eficácia observada ao final da 1ª semana (95,7%) tenha sido semelhante à registrada em outros estudos com este endectocida (LANCASTER Jr et al., 1991; LYSYK; COLWELL, 1996; MARLEY et al., 1993), foi inferior nas semanas seguintes.

De forma semelhante, o tratamento do rebanho com fipronil apresentou elevada redução das infestações (98,8%) no 3º dpt, corroborando os resultados de outros estudos (ALVA et al., 2000; BIANCHIN et al., 1997). A redução da eficácia observada na 2ª semana (71,7%) foi compatível com a encontrada (62%-79%) por Bianchin et al. (1997); entretanto, ambas diferem substancialmente da elevada eficácia (95%) observada no 30º dpt por Alva et al. (2000).

Embora o tratamento com cipermetrina tenha reduzido a infestação no T100 em 92,2% no 3º dpt, sua eficácia ao final da 1ª semana foi notadamente inferior (77,2%) às demais classes ($\geq 91,8\%$). O acentuado declínio nas semanas seguintes, atingindo 35,2% na 3ª semana pós-tratamento, evidenciou uma baixa eficácia do produto após sua ação inicial. Confirmando estudos anteriores na propriedade (BARROS et al., 2007), elevada resistência à cipermetrina (fator de resistência (FR)= 332) foi evidenciada antes do tratamento com este inseticida, o que explica o baixo nível de controle obtido no decorrer do experimento. A elevada eficácia inicial observada pode ser

explicada pela alta mortalidade de moscas suscetíveis (maioria na população inicial), declinando gradativamente à medida que a pressão de seleção foi mantida na população. Uma relação negativa entre níveis de resistência e de controle tem sido demonstrada para a cipermetrina pour-on (FADER et al., 2003; GUGLIELMONE et al., 1998). Guglielmone et al. (1998) observaram 69,1% de eficácia na 4ª semana em uma população resistente à cipermetrina (FR= 33,8); no presente estudo, o maior nível de resistência da população reduziu a eficácia deste inseticida a 35,2% ainda na 3ª semana.

A associação clorpirifós+cipermetrina+citronelal pour-on demonstrou a maior eficácia até a 2ª semana (86,5%) dentre os produtos testados; após o que, um acentuado declínio foi observado. Considerando a elevada resistência à cipermetrina, a eficácia deste produto deve ser atribuída principalmente ao organofosforado (clorpirifós). Semelhante eficácia desta associação tem sido também observada na formulação para pulverização (BELO et al., 2012; LÓPEZ et al., 2011).

Assim como observado no tratamento integral do rebanho (exceto pela cipermetrina), uma elevada eficiência inicial (3 dpt) foi constatada nos grupos submetidos ao tratamento parcial, com eficácia variando de 72,4% (T20 fipronil) a 98,8% (T50 organofosforado+piretróide) (Tabela 3).

Comprometido pela resistência, o tratamento parcial com cipermetrina não atingiu níveis satisfatórios desde a 1ª semana (<60%), mesmo quando aplicado à metade do rebanho. Em uma população mais suscetível, Souza et al. (2005) obtiveram 89,4% de eficácia com produto semelhante, na 1ª semana com o tratamento de cerca de 30% do rebanho.

Os níveis de resistência à cipermetrina, detectados ao término do experimento (21 dpt) nos grupos controle (FR= 234,6) e T20 (FR= 191,3), embora muito elevados, foram inferiores ao FR inicial (FR= 332,0), sugerindo não ter havido maior pressão de seleção. Apesar do curto período de exposição (3 semanas), FRs pós-tratamento nos grupos T50 (FR= 376,1) e T100 (FR= 439,2) foram maiores que antes do tratamento, embora não diferindo significativamente. É muito provável que a pressão de seleção ocorrida nos grupos com maior frequência de animais tratados resultasse em significativo aumento da resistência nestes grupos caso a exposição ao inseticida fosse mantida por um período mais longo. Estes resultados sugerem que a pressão de seleção possa variar diretamente em função da frequência de animais tratados no rebanho, o que deve ser levado em consideração na adoção desta estratégia, particularmente se objetivando o manejo de resistência.

Uma rápida e acentuada redução das infestações pela MDC em todo o rebanho tem sido observada em estudos sobre tratamento parcial. Harvey e Brethour (1979) observaram significativo controle da MDC em apenas 12 horas após pulverização de 3% a 10% do rebanho com permetrina (piretróide), alcançando 100% de eficácia em um dia. Também Harvey e Ely (1970) constataram elevada eficácia (81% a 96%) no 1º dia após a aplicação dorsal de crotoxfós (organofosforado) em 6% a 12% do rebanho. Assim como observado no presente estudo, tais resultados evidenciam elevados níveis de eficácia pouco após o tratamento, independente do inseticida utilizado e da proporção de animais tratados.

O repentino declínio das infestações nos grupos tratados parcialmente, observado tanto em animais tratados como não tratados, se deve à passagem de moscas (transferência ativa) e de inseticidas (transferência passiva) entre animais do rebanho. A dispersão de MDC entre animais de um mesmo rebanho é comum (CHAMBERLAIN, 1982), resultando na mortalidade das moscas suscetíveis após contato com o animal tratado. Em última análise, o tratamento de uma parte do rebanho afeta a população da mosca nos animais restantes (KINZER et al., 1984). Por sua vez, a transferência de inseticida entre animais ocorre diretamente (contato entre animais) e indiretamente (contato com superfícies impregnadas), como constatado por Beadles et al. (1977). Estes autores sugeriram que, em relação a inseticidas, a pequena quantidade transferida poderia comprometer a eficácia do produto. No presente estudo, esta hipótese não foi corroborada no curto prazo, uma vez que uma elevada eficácia foi observada pouco após o tratamento, em todos os experimentos; entretanto, pode ter relação com os resultados obtidos no decorrer dos estudos. A distribuição de inseticidas no rebanho devido à interação entre bovinos tratados e não tratados tem sido constatada em estudos com diferentes formulações inseticidas (HOLBROOK, 1986; MWANGALA et al., 1993). Uma vez no animal, a distribuição do inseticida é facilitada pelo comportamento do animal e por sua natureza lipofílica, aumentando a difusão do inseticida na pele através de secreções sebáceas (TAYLOR et al., 1985).

Embora a frequência de animais tratados não tenha sido aparentemente um fator determinante na rápida redução inicial das infestações, a proporção de animais tratados parece influenciar o nível de eficácia obtido, particularmente no decorrer das semanas. Considerando os quatro experimentos, a eficiência do T100 foi igual ou

superior à do T20 (89,5% das observações) e do T50 (78,9%); de forma semelhante, a eficiência do T50 foi igual ou superior a do T20 em 78,9% das avaliações. Assim, independente do inseticida aplicado, observou-se uma tendência de maior redução das infestações nos rebanhos com maior frequência de animais tratados, sugerindo uma relação positiva entre ambos. De forma semelhante, o período para a obtenção de um controle completo mostrou-se inversamente proporcional à frequência de brincos inseticidas (fenvalerato) aplicados no rebanho (HARVEY; BRETHOUR, 1980/1981) e um maior período de eficácia foi obtido com o tratamento (pulverização com DDT) de todos os animais que no tratamento parcial do rebanho (LAAKE, 1946).

Pouco após o tratamento parcial, níveis de infestação em animais tratados e não tratados refletiram diretamente a eficácia dos tratamentos inseticidas. Assim, independente do produto aplicado e do percentual de animais tratados, a eficácia inicial (3 dpt) foi elevada, tendo sido maior nos animais tratados que nos não tratados. Tal tendência, observada em todos os experimentos, teve maior duração nos grupos T50 (2 semanas) que nos T20 (1 semana). Entretanto, com o declínio da eficácia, as reinfestações subsequentes sofreram maior influência de outros fatores, tais como a flutuação na abundância de moscas e a suscetibilidade individual dos animais, afetando, conseqüentemente, os níveis de eficácia. Adicionalmente, a “diluição” do inseticida (adequado a 20% ou 50% dos animais) no restante do rebanho implicou na transferência de “subdoses” entre animais, afetando a eficácia; particularmente nos grupos menos tratados (T20).

A maior eficácia geralmente observada nos animais tratados sugere que tratamentos seletivos possam apresentar uma vantagem em relação ao tratamento aleatório, principalmente nas semanas iniciais. Entretanto, na prática, a eficácia está aparentemente mais relacionada às características do produto e suscetibilidade da população de moscas que propriamente à seletividade ou não do tratamento. Independente disso, por ser dirigido aos animais mais infestados do rebanho, o tratamento seletivo é mais atrativo ao produtor, sendo preferido em relação ao aleatório.

Uma das vantagens do tratamento parcial consiste na redução dos custos de controle da MDC devido ao menor número de animais tratados, sendo o custo do tratamento inversamente proporcional à parcela do rebanho tratada. Entretanto, o menor período de eficácia constatado nesta estratégia pode implicar em eventuais tratamentos adicionais, comprometendo sua vantagem econômica. A despeito da rápida redução das infestações, a viabilidade do tratamento parcial do rebanho no controle da MDC se limita a situações onde níveis e período de eficácia mais curtos sejam aceitáveis. Em princípio, tais situações são incompatíveis com sistemas extensivos de pecuária de corte, onde as dificuldades de manejo demandam maior eficácia e duração dos tratamentos realizados, de modo a reduzir perdas pelo parasitismo e riscos de tratamentos adicionais.

Por fim, é importante considerar as implicações do tratamento parcial no desenvolvimento da resistência a inseticidas, questão ainda não devidamente abordada. Em princípio, um menor período de ação dos inseticidas tende a reduzir a pressão de seleção imposta à população da mosca, o que contribui para uma menor resistência. Contudo, a dispersão do inseticida no rebanho implica, em última análise, na redução das doses aplicadas aos animais tratados e no tratamento indireto dos demais animais com doses inferiores às recomendadas. Tal situação pode favorecer o desenvolvimento da resistência, uma vez que subdoses podem selecionar indivíduos heterozigotos resistentes e levar a resistência a ser funcionalmente dominante, acelerando seu desenvolvimento na população (GEORGHIU, 1980). Estudos específicos sobre esta questão devem ser realizados, visando esclarecer as implicações do tratamento parcial do rebanho no desenvolvimento da resistência a inseticidas.

Conclusões

Independente da classe inseticida utilizada e do percentual de animais tratados (20% ou 50%), o tratamento parcial do rebanho reduz rápida e acentuadamente a infestação da mosca-dos-chifres em todo o rebanho pouco após o tratamento. Entretanto, esta estratégia reduz o nível e o período de eficácia dos produtos aplicados, sendo diretamente relacionada ao percentual de animais tratados no rebanho. O tratamento parcial do rebanho com produtos na formulação pour-on não se apresenta como uma alternativa viável no controle da MDC em sistemas extensivos de criação, os quais demandam máxima eficiência em função do manejo laborioso. As implicações do tratamento parcial do rebanho no desenvolvimento e manejo da resistência a inseticidas carecem de avaliação.

Agradecimentos

Aos funcionários de campo da Estação Experimental Nhumirim, pelo fundamental apoio logístico na realização dos estudos a campo e à FUNDECT e Embrapa pelo apoio financeiro.

Referências

- ALVA, R.; QUIRICO, J.; HUNTER, J. S.; IRWIN, J.; CRAMER, L.; JEANNIN, P.; ERICSSON, G. Eficacia del fipronil (Ectoline/Topline) contra la mosca de los cuernos *Haematobia irritans* en bovinos. In: CONGRESO MUNDIAL DE BUIATRÍA, 21., 2000, Punta del Este. **Resúmenes...** Punta del Este: Asociación Mundial de Buiatría, 2000. p. 65-69.
- BARROS, A. T. M. Dynamics of *Haematobia irritans irritans* (Diptera: Muscidae) infestation on Nelore cattle in the Pantanal, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.96, p.445-450, 2001.
- BARROS, A. T. M.; GOMES, A.; KOLLER, W. W. Insecticide susceptibility of horn flies, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.16, n.3, p.145-151, 2007.
- BARROS, A. T. M., CORRÊA, E. C.; RAVAGLIA, E.; PETZOLD, H. V.; AVELLAR, W. de. **Aumento das infestações pela mosca-dos-chifres em bovinos Nelore no Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 3p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 80). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicações/online/CT80.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2013.
- BARROS, A. T. M.; SAUERESSIG, T. M.; GOMES, A.; KOLLER, W. W.; FURLONG, J.; GIRÃO, E. S.; PINHEIRO, A. da C.; ALVES-BRANCO, F. de P. J.; SAPPER, M. de F. M.; BRAGA, R. M.; OLIVEIRA, A. A. de. Susceptibility of the horn fly, *Haematobia irritans irritans* (Diptera: Muscidae), to insecticides in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.21, n.2, p.125-132, 2012.
- BEADLES, M. L.; GINGRICH, A. R.; MILLER, J. A. Slow-release devices for livestock insect control: cattle body surfaces contacted by five types of devices. **Journal of Economic Entomology**, v.70, n.1, p.72-75, 1977.
- BELO, M. A. de A.; PRADO, E. J. da R.; SOARES, V. E.; SOUZA, L. M. de; MOTA, F. C. D.; GIAMLORENÇO, T. F.; GÍRIO, T. M. S. Eficácia de diferentes formulações no controle da mosca *Haematobia irritans* em bovinos naturalmente infestados. **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.245-250, 2012.
- BIANCHIN, I.; KOLLER, W. W.; DETMANN, E. Sazonalidade de *Haematobia irritans* no Brasil Central. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 79-86, 2006.
- BIANCHIN, I.; SALANI, E. C.; HENDERSON, D. Eficácia da formulação do Fipronil® a 1% "pour-on" sobre a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em bovinos Nelore naturalmente infestados. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.6, supl.1, p.47, 1997.
- BIANCHIN, I.; KOLLER, W. W.; ALVES, R. G. O.; DETMANN, E. Effects of the horn fly, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae) in the weight gain on Nellore cattle. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.885-890, 2004.
- BYFORD, R. L.; CRAIG, M.; CROSBY, B. L. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. **Journal of Animal Science**, v.70, p.597-602, 1992.
- CHAMBERLAIN, W. F. Dispersal of horn flies. II. Wild flies. **The Southwestern Entomologist**, v.7, n.4, p.230-234, 1982.
- FADER, O. W.; GUGLIELMONE, A. A.; CASTELLI, M. E.; VOLPOGNI, M. M.; MANGOLD, A. J. Monitoreo de resistencia-susceptibilidad de la *Haematobia irritans* (L.1758) a la cipermetrina y al diazinón en el área central de la provincia de Córdoba (Argentina). **Veterinária Argentina**, v.20, n.196, p.421-441, 2003. Disponível em: <<http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/sanidad/articulos/monitoreo-resistencia-susceptibilidad-haematobia-irritans-t271/165-p0.htm>>. Acesso em: 8 ago. 2013.
- FOIL, L. D.; HOGSETTE, J. A. Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. **Revue Scientifique et Technique de L'Office International des Epizooties**, v.13, p.1125-1158, 1994.
- GEORGHIOU, G. P. Insecticide resistance and prospects for its management. **Residue Reviews**, v.76, p.131-145, 1980.
- GUGLIELMONE, A. A.; CASTELLI, M. E.; VOLPOGNI, M. M.; ANZIANI, O. S.; FLORES, S. G. Cypermethrin pour on synergized with piperonyl butoxide: effects on *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) natural populations resistant to cypermethrin. **Veterinary Parasitology**, v.83, p.65-72, 1999.

- GUGLIELMONE, A. A.; KUNZ, S. E.; VOLPOGNI, M. M.; ANZIANI, O. S.; FLORES, S. G. Diagnóstico de poblaciones de la *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) resistentes a la cipermetrina en Santa Fe, Argentina. **Revista de Medicina Veterinaria**, v.79, p.353-356, 1998.
- HARVEY, T. L.; BRETHOUR, J. R. Treatment of one beef animal per herd with permethrin for horn fly control. **Journal of Economic Entomology**, v.72, p.532-534, 1979.
- HARVEY, T. L.; BRETHOUR, J. R. Control of horn fly, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae) on cattle by partial herd treatment with fenvalerate-impregnated ear tags. **Protection Ecology**, v.2, p.313-317, 1980/1981.
- HARVEY, T. L.; ELY, D. G. Partial herd treatment with crotoxyphos in wax-bars to control horn flies. **Journal of Economic Entomology**, v.63, n.2, p.671-672, 1970.
- HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, p.157-161, 1955.
- HOLBROOK, F. R. Exposure of *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) to hair clippings to evaluate insecticide-impregnated ear tags in cattle. **Journal of Economic Entomology**, v.79, n.4, p.1127-1129, 1986.
- KINZER, H. G.; HOUGHTON, W. E.; REEVES, J. M.; KUNZ, S. E.; WALLACE, J. D.; URQUHART, N. S. Influence of horn flies on weight loss in cattle with notes on prevention of loss by insecticide treatment. **The Southwestern Entomologist**, v.9, n.2, p.212-217, 1984.
- LAAKE, E.W. DDT for the control of the horn fly in Kansas. **Journal of Economic Entomology**, v.39, n.1, p.65-68, 1946.
- LANCASTER Jr., J. L.; KILGORE, R. L.; SIMCO, J. S.; PARHAM, R. W.; HUBBELL, D.; COX, J. L. Efficacy of a topical ivermectin formulation against naturally occurring adult horn flies on cattle. **The Southwestern Entomologist**, v.16, n.4, p.339-345, 1991.
- LÓPEZ, G.; GRISI, C.; GONZÁLEZ, D. C. Efectividad de una mezcla de cipermetrina y clorpirifós para el control de la mosca *Haematobia irritans*. **Revista MVZ Córdoba**, v.16, n.2, p.2628-2633, 2011.
- LYSYK, T. J.; COLWELL, D. D. Duration of efficacy of diazinon ear tags and ivermectin pour-on for control of horn fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, v.89, n.6, p.1513-1520, 1996.
- MARLEY, S. E.; HALL, R. D.; CORWIN, R. M. Ivermectin cattle pour-on: duration of a single late spring treatment against horn flies, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae) in Missouri, USA. **Veterinary Parasitology**, v.51, p.167-172, 1993.
- MWANGALA, F. S.; SARNA L. P.; GALLOWAY, T. D.; WEBSTER, G. R. B. Distribution of fenvalerate and permethrin residues on cattle hair following variable application rates of impregnated ear tags. **Pesticide Science**, v.39, p.179-184, 1993.
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; COSTA E SILVA, E. V. Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.172-176, 2007.
- ROCHA, U. F. Quantificações e estabelecimento de parâmetros e modelos matemáticos para estudo das interações do tipo hospedeiro-parasito. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE PARASITÓSES DOS BOVINOS, 1., 1979, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa CNPGC, 1979. p.47-58.
- SHEPPARD, D. C.; HINKLE, N. C. A field procedure using disposable materials to evaluate horn fly insecticide resistance. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 4, n. 1. p. 87-89, 1987.
- SOUZA, A. P.; BELLATO, V.; RAMOS, C. I.; DALAGNOL, C. A.; HENSCHER, G. S. Variação sazonal de *Haematobia irritans* no planalto catarinense e eficiência do "controle dirigido". **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.14, n.1, p.11-15, 2005.
- SPARKS, T. C.; QUISENBERRY, S. S.; LOCKWOOD, J. A.; BYFORD, R. L.; ROUSH R. T. Insecticide resistance in the horn fly, *Haematobia irritans*. **Journal of Agricultural Entomology**, v.2, n.3, p.217-233, 1985.
- TAYLOR, S. M.; ELLIOTT, C. T.; BLANCHFLOWER, J. Cypermethrin concentrations in hair of cattle after application of impregnated ear tags. **Veterinary Record**, v.116, p.620, 1985.



Pantanal